

KOCAELİ BÖLGESİ SOKAK AYDINLATMALARINDA LED ARMATÜR KULLANIMININ ENERJİ VERİMLİLİĞİ VE MALİYETİNE ETKİSİ

E. Mustafa YEĞİN¹, M. Zeki BİLGİN¹

¹Kocaeli Üniversitesi, Elektrik Mühendisliği Bölümü,
Umuttepe Yerleşkesi, İzmit/Kocaeli

ÖZET

Bu çalışmada Kocaeli ili İzmit ilçesi için sokak aydınlatma armatürlerinin LED armatürler ile değiştirilmesi durumunun enerji verimliliği ve maliyeti açısından değerlendirilmesi yapılmıştır. Kocaeli ili içerisinde özellikle park ve bahçe aydınlatmalarında LED armatür kullanımı son yıllarda oldukça yaygınlaşmıştır. Çalışmada ilk olarak mevcut uygulamaların geçmişteki bakım, işleme ve yatırım maliyetleri belirlenmiş, ikinci olarak İzmit merkez ilçesi içerisindeki M6 aydınlatma sınıfındaki sokak lambaları sayısı, güçleri ve enerji maliyetleri tespit edilmiştir. Son olarak da mevcut sokak lambalarının LED armatürler ile değiştirilmesi durumu analiz edilmiştir.

1. GİRİŞ

Son yıllardaki sanayileşme ve teknolojik gelişmeler gerek sanayide ve gerekse konutlarda elektrik kullanımını buda dolaylı olarak elektrik enerji üretimini artırmaktadır. Elektrik üretiminin çoğunlukla fosil yakıtlardan üretildiği ülkemizde [1] bu yakıtların tükenme olasılığı sonucu olarak alternatif yakıtlar arayışına gidilmiş ancak bunun dışında enerji verimliliği ve enerji yoğunluğu kavramları da oldukça öne çıkmıştır.

Park, bahçe ve sokak aydınlatmaları için harcanılan elektrik enerjisi toplam tüketimimizin %2,5 gibi oldukça yüksek paya sahiptir [2]. Park, bahçe ve sokak aydınlatmalarında da enerji verimliliği ve enerji yoğunluğu kavramları dikkate alınmalı ve bu alanlardaki gereksiz enerji tüketiminin önüne geçilmelidir. Bu sebeple enerji verimliliği yüksek aydınlatma araçları uygulamalarda tercih edilmelidir. Son yıllarda verimli aydınlatma araçları üzerindeki çalışmalar sonucunda oldukça verimli ürünler ortaya çıkmıştır. Bunlardan biride yarıiletken malzemelerden yapılan LED (Light Emitting Diode)'lerdir. Uzun zamandır dekoratif aydınlatma aracı olarak düşük güçlerde üretilip yaygın olarak kullanılan LED'lerin son yıllarda güçlerinin artırılması ile daha güçlü

aydınlatma uygulamalarında kullanılmaya başlanmıştır. Power LED olarak isimlendirilen ledlerde tek ledin gücü 3 W civarına ve laboratuvar ortamında etkinlik faktörleri 231 lm/W'a [3] ulaşmış olmaları sebebi ile artık iç mekan, saha, yol, park ve benzeri uygulamalarda kullanılmaları mümkün hale gelmiştir.

Bu çalışmada, özellikle park ve bahçelerde enerji verimliliğini artırmak, bakım maliyetini düşürmek için günümüzde adından çok söz ettiren LED armatürler üzerinde durulup, Kocaeli bölgesindeki uygulamalar incelenip olumlu ve olumsuz yanları belirlenerek enerji verimliliği yönünden bir değerlendirme yapılmıştır. Değerlendirme sonucu Kocaeli ili İzmit ilçesi içindeki sokak lambalarının LED armatürler ile değiştirilmesi durumu incelenerek enerji verimliliği ve tasarrufu, yatırım ve işletme maliyeti açısından analizi yapılmıştır.

2. GÜÇ LED'LERİ ve UYGULAMA ALANLARI

Işık kaynakları olan LED'ler adından da anlaşılabilir gibi elektriksel enerjiyi ışık enerjisine dönüştüren yarı iletken diyotlardır. LED'ler yarı iletken teknolojisi ile ışık yayarlar. İlk olarak 1907 yılında İngiliz araştırmacısı H. J. Round tarafından keşfedilmesine rağmen ilk pratik uygulama

1962 yılında kırmızı renkli olarak üretildi. Fakat bu pahalı uygulama ancak test laboratuvarlarında kullanıldı. Sonrasında geliştirilen ledler elektronik cihazlarda düşük aydınlık şiddetinde kullanıldı. Aydınlatma aracı olarak kullanılmaları mümkün değildi.

Yakın geçmişte yapılan çalışmalar sonucunda güçleri tek led için 3 W seviyelerine, laboratuvar ortamında ise etkinlik faktörleri 231 lm/W mertebelerine ulaşmıştır. Ayrıca ledlerin seri veya paralel bağlanarak tek bir armatür içine yerleştirilerek daha güçlü ışık üreten armatürler üretilmektedir. Böylece uygulama alanları da artmaktadır. Farklı lambaların etkinlik faktörleri Tablo 1' de gösterilmiştir.

Tablo 1: Lambaların etkinlik faktörleri

Lamba Tipi	Güçü * (W)	Işık Akısı (lm)	Etkinlik faktörü (lm/W)
Yüksek basınçlı sodyum buharlı	120	10000	80
Alçak basınçlı sodyum buharlı	140	26000	150
LED	75	9750	130

- Değerlere balast kaybı dahildir.

LED'ler çalışmaları sırasında giriş enerjilerinin büyük bir çoğunluğunu ışığa çok az bir kısmını da ısıya çevirirler. Çok hızlı anahtarlama yaptıklarından ve açma kapama sırasında ark ve kıvılcım gibi etkiler ortaya çıkmaz.

Uzun ömürlüdürler. Teorik olarak yapılan hesaplamalar ve deneylere göre maksimum verimle 100.000 saate kadar çalışabilirler. LED'lerde harcanılan elektrik enerjisinin büyük bölümü ışığa dönüşür. Bu nedenle LED'ler daha az enerjiyle daha çok ışık sağlarlar ve ışık verimleri bu sebeple yüksektir. LED'lerden elde edilen ışık şiddeti içinden geçen akımla orantılıdır ve renk kaybı olmadan kolayca ışık şiddetleri ayarlanabilir. Yapısında civa gibi ağır metaller ve halojen gazlar yoktur. Ampul

değiştirmek gerekmediğinden atık da oluşturmaz. Bu sebeple çevreye duyarlı ürünlerdir.

LED'lerle elde edilen renk çeşitliliği diğer ışık kaynaklarına oranla çok daha fazladır. Bu özellikleri sayesinde dekoratif aydınlatmada kullanımları da oldukça yaygınlaşmaktadır.

LED'lerin boyutları çok küçüktür ve her tür alanda farklı şekiller verilerek kullanılabilirler. En dar alanlarda bile küçük armatürlerle verimli sonuçlara yönelik tasarımlar uygulanabilir.

İlk yatırım maliyetleri yüksek olmasına karşın LED armatürler; güvenli bir ışık kaynağı olası, ömürlerinin uzun olması, farklı renklerde ışık verebilmesi, şok ve titreşimlere dayanıklılığı, kızılötesi ve mor ötesi ışıyı yaymaması, çalışması sırasında düşük ısı yayması ve veriminin yüksek olması, çevre dostu olması gibi özellikleri sayesinde aydınlatma aracı olarak kullanımları gittikçe yaygınlaşmaktadır.

LED armatürler genelde, cadde ve sokak aydınlatmaları, park bahçe aydınlatmaları, saha aydınlatmaları, benzin istasyonu, tarihi yapıların ve binaların dış cephelerinin aydınlatmalarında, dekoratif iç mekan aydınlatmalarında, reklam panoları, havuz ve su altı aydınlatmalarında kullanılmaktadır.

3. KOCAELİ BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ LED ARMATÜR UYGULAMALARI

Kocaeli Büyükşehir Belediyesi Park ve Bahçeler Müdürlüğü tarafından 2008 yılından itibaren park ve bahçe aydınlatmalarında LED armatür kullanımı oldukça yaygınlaşmıştır[4]. İlk olarak eski Gölcük sahil yolu üzerindeki sahil parkı 119 adet sodyum buharlı armatür ile aydınlatılmakta iken 2008 yılında parktaki tüm armatürlerin tamamı 60W'lık LED armatürle değiştirilmiştir.

İkinci uygulama ise; Doğu Kışla Parkında 210 adet sodyum buharlı armatür kaldırılıp yerine 60 W LED armatür kullanılmıştır.

Bu iki uygulama mevcut bir aydınlatma sisteminin LED armatür ile aydınlatmaya dönüştürülmesi şeklindedir. Sonra yapılan uygulamalar ise yeni yapılan parkların LED armatürlerle aydınlatılacak şekilde planlanmıştır. Bu uygulamalardan bazıları aşağıdaki gibidir[4].

- Kartepe yürüyüş yolu; 153 adet çift konsol direktten oluşan ve 5 metrede 40W, 8 metrede 80W tan oluşan, 2010 Aralık ayında devreye giren ve kurulu gücü 18,36kW olan uygulama,
- Başiskele sahil yolu; 86 adet çift konsol ve her konsolda yola bakan 60W beyaz, denize bakan 75W mavi renk, kurulu gücü 11,61kW olan ve Temmuz 2010 da devreye giren uygulama,
- Değirmendere sahil yolu; 42 adet çift konsol ve her konsolda yola bakan 80W beyaz, denize bakan 95W mavi renk, 7,35kW kurulu güç ile Temmuz 2011 de devreye alınan uygulama.

2008'den beri kullanımda olan LED armatür uygulamaları incelendiğinde; %60'a yakın enerji tasarrufu sağlandığı, arızaların ve bakım maliyetlerinin yok denecek kadar azaldığı (%1 su alma, %2 sürücü arızası) görülmektedir [4]. Bu arızaların genellikle 2 yıl süreli firma garantisi ile giderilmesi LED armatürleri Sodyum Buharlı Armatürlere karşı avantajlı duruma getirmektedir. İlk yatırım maliyeti yüksek olmasına karşın sonraki bölümde yapılan analizden de görüleceği üzere kısa sürede kendini amorti etmektedir. Buda LED armatürlerin yaygın olarak kullanılabileceği sonucunu doğrulamaktadır.

4. SOKAK AYDINLATMALARINDA LED ARMATÜR KULLANIMI

Bu çalışmada yapılan hesaplamalar Kocaeli ili İzmit merkez ilçesi özelı için yapılmıştır. İzmit Merkez ilçede, M6 aydınlatma sınıfında ortalama parıltısı 0.3-0.5 cd/cm² aralığında, ortalama düzgünlüğü 0.35, boyuna düzgünlük 0.4, bağıl eşik artışı 15'ten küçük olan sokak ve

park-bahçelerde bulunan armatürlerin adet ve güçleri dikkate alınmıştır[5]. Bu armatürler ait güç ve sayı bilgisi Tablo 2'de verilmiştir.[4]

Tablo 2: İzmit merkez ilçe sokak aydınlatma armatürleri

Lamba (adet)	Güç (W)	Toplam (kW)
20.163	150	3024,45
1.282	250	320,5
305	70	21,35
Genel Toplam		3366

Yukarıda belirtilen adet ve güçlerdeki lambalar 2010 yılı için toplam 13.085.651 kWh enerji tüketmiş ve bunun karşılığı olarak toplam 3.257.410 TL enerji bedeli ödenmiştir[4].

İzmit merkez ilçe sokak aydınlatmasında 250, 150, 70 W sodyum buharlı armatürler sırasıyla 60, 40 ve 30 W LED armatürler ile değiştirilmesi durumunda toplam güçler Tablo 3 'teki gibi olacaktır. Yüksek basınçlı sodyum buharlı lamba veya LED kullanılması durumunda M6 aydınlatma sınıfının teknik değerlerini sağladığı ölçülmüştür.

Tablo 3: LED armatürler değerleri.

Lamba (adet)	Güç (W)	Toplam (kW)
20.163	40	806,52
1.282	60	76,92
305	30	9,15
Genel Toplam		892,59

Tablo 2 ve 3 karşılaştırıldığında toplam gücün yaklaşık olarak %74 azaldığı görülmektedir. Buda bir yılda 2.410.483 TL tasarrufu ifade etmektedir. Enerji tasarrufu açısından bakıldığında LED

armatür kullanımının çok avantajlı olduğu söylenebilir.

Bu enerji tasarrufunun yanında her iki armatürün birim maliyetleri üzerinden yatırım maliyeti analizi de yapılması gerekmektedir. Her iki armatürün ortalama birim maliyetleri Tablo 4 ve 5 'te verildiği gibidir.

Tablo 4: Sodyum buharlı armatür birim fiyatları.

Lamba Güçleri (W/Adet)	Birim Fiyat (TL)*	Toplam (TL)
150/20.163	130	2.621.190
250/1.282	175	224.350
70/305	110	33.550
Genel Toplam		2.879.090

*Birim fiyat lamba ve armatür toplam verilmiştir.

Tablo 5: LED armatür birim fiyatları.

Lamba Güçleri (W/Adet)	Birim Fiyat (TL)	Toplam (TL)
40/20.163	600	12.079.780
60/1.282	720	923.040
30/305	540	164.700
Genel Toplam		13.185.540

Yatırım maliyeti incelendiğinde LED armatürlerin yaklaşık 4,5 kat daha pahalı olduğu görülmektedir.

Toplam bakım maliyetleri de analize katılmalıdır. Bu sebeple hem malzeme maliyetleri ve hem de işçilik maliyetleri dikkate alınmalıdır. SEDAŞ (Sakarya Elektrik Dağıtım A.Ş.) tarafından yılda sokak lambaları için 5292adet lamba, 2215 balast değiştirilmektedir. Toplam malzeme ve işçilik masrafları ise Tablo 6'daki gibidir[5].

Tablo 6: Kocaeli İşletme Bakım Baş Mühendisliği 2010 yılı Sokak Aydınlatma Bakım Masrafları [2].

	Yıllık Çalışma Saatleri (Saat)	Yıllık Masraflar (TL)
Bakım	8.580	1.467.180
Elektrik Arızaları	10.200	1.744.200
Ağaç Kesimi	1080	184.680
Malzeme	-	582.120
Genel Toplam		3.978.180

Tablo 6'dan da görüleceği üzere bu işlemlerin kuruma maliyeti yaklaşık 4 milyon TL olmuştur [5]. Bu maliyet sodyum buharlı lambalar içindir. 3 yıldır kullanılmakta olan LED armatürler şu ana kadar hiçbir bakım gerektirmemiş olması ve ayrıca firmalar tarafından herşeyiyle tam iki yıl garanti altında satılması bakım maliyetlerinin yok denecek kadar az olduğunu göstermektedir.

Bakım maliyeti düşünülmeden sadece tüketim miktarı ve yatırım maliyeti karşılaştırıldığında sistemin kendini 5,7 yılda, eğer bakım maliyetleri de analize katılırsa yaklaşık 2 yılda kendini amorti edeceği görülmektedir.

5. SONUÇ

Türkiye enerji tüketiminin %2.5'luk kısmına sahip aydınlatma miktarında %1'lik bir enerji tasarrufu sağlamanın, kurulu güç baz alındığında bir sonraki sene 500 MW daha az yatırım yapılması anlamına gelmektedir. Bu sebeple önemsiz gibi görünen aydınlatma sistemlerinde verimliliğin artırılması çalışmalarının yapılması gereklidir.

Yapılan çalışmada sokak aydınlatmasında LED armatür kullanımının klasik

aydınlatmaya göre %75 daha verimli olduğu gör÷lmüştür.

Ömür ve bakım maliyetleri de düşün÷lerek yapılan incelemeden mevcut sistemlerin LED armatürler ile değıştirilmesi sonucunda yatırımın 2 yılda kendisini amorti edebileceğı sonucuna varılmıştır.

LED armatürlerin sokak aydınlatmasında kullanımı baştan planlandığı taktirde diğerk tüm elektriksel ekipmanların daha küçük değerlerde seçilmesi ile tesis maliyeti ve amortisman süresi daha da düşecektir.

LED armatür fiyatlarının ilerleyen süreçte gittikçe düşmesi ile avantajlı konumları daha da artacaktır. Ancak mevcut uygulamalar imalatçı firmaların verdiği 50-100 bin saatlik süreyi henüz tamamlamadığı için, sistemin ne kadar sorunsuz çalışacağı ve üreticilerin verdiği ömürlere ulaşp ulaşamayacağı net değildir.

KAYNAKLAR

- 1- www.eüaş.gov.tr
- 2- TEDAŞ 2009 Elektrik İstatistikî Bilgiler
- 3- Kocaeli Park ve Bahçeler Müdürlüğü.
- 4- Sakarya Elektrik Dağıtım AŞ.
- 5- S.Onaygil, Ö. Güler, N. Çolak, İstanbul Kent İçi Yol Aydınlatmaları, 5. Ulusal Aydınlatma Kongresi, S 31-37 İstanbul, Ekim 2004.